

Partial Translation

Japanese patent application Laid-open No. H7-288340

[0041] A conductive material is not especially limited and any conductive material may do if only the material has conductivity. Any well-known metal materials can be used as a conductive material. For example, a single metal such as Au, Ag, Cu, Pt, Zn, Sn, Al, Ni, Co, In, Rh, Cr, W and Ru, an alloy comprising some of these metals, e.g., a solder, Ni-Sn and Au-Co, can be applied as a conductive material.

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-288340

(43)Date of publication of application : 31.10.1995

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

H01L 21/52

H01L 21/84

(21)Application number : 06-080305

(71)Applicant : MITSUBISHI CABLE IND LTD

(22)Date of filing : 19.04.1994

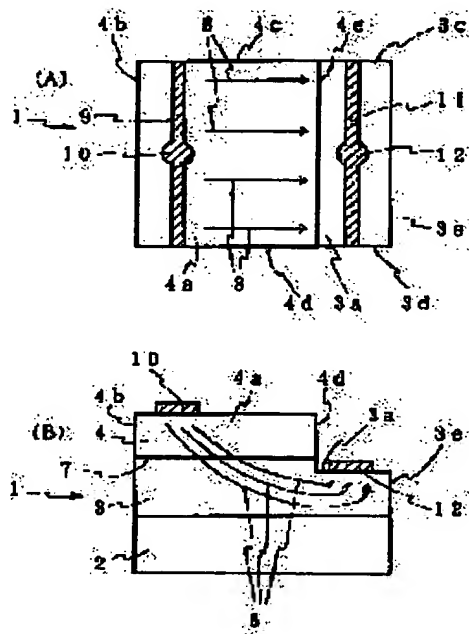
(72)Inventor : WATABE SHINICHI  
TADATOMO KAZUYUKI

## (54) LIGHT EMITTING ELEMENT AND MANUFACTURE THEREOF

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a light emitting element and its simple manufacturing method wherein its current diffusivity is good and its p-n junction part can be made to contribute efficiently to its light emission.

**CONSTITUTION:** In an LED 1, near one end edge 4b present on a surface 4a of a p-type GaN crystal layer 4, a linear p-type electrode 9 is formed. Also, near the other end edge 3e present on a surface 3a of an n-type GaN crystal layer 3, a linear n-type electrode 11 nearly parallel with the p-type electrode 9 is formed. When the voltage applications to the p-type and n-type electrodes 9, 11 of the LED 1 are performed, a current 8 flows from the p-type electrode 9 to the n-type electrode 11. At this time, since the p-type and n-type electrodes 9, 11 are linear, and are formed nearly in parallel with each other near both the opposite end edges 4b, 3e to each other respectively, the diffusivity of the current 8 is improved. Thereby, the current 8 passes most of the interface of a p-n junction 7 contributing the light emission of the LED 1, and as a result, the brightness of its light emission is improved.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-288340

(43) 公開日 平成7年(1995)10月31日

(51) Int. Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 33/00	E			
21/52	C			
21/84				

H 0 1 L 21/ 84

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平6-80305

(22) 出願日 平成6年(1994)4月19日

(71) 出願人 000003263

三菱電線工業株式会社

兵庫県尼崎市東向島西之町8番地

(72) 発明者 渡部 信一

兵庫県伊丹市池尻4丁目3番地 三菱電線工業株式会社伊丹製作所内

(72) 発明者 只友 一行

兵庫県伊丹市池尻4丁目3番地 三菱電線工業株式会社伊丹製作所内

(74) 代理人 弁理士 高島 一

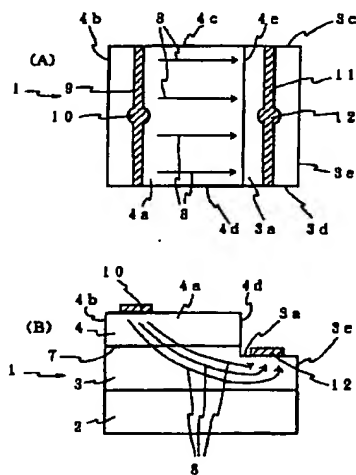
(54) 【発明の名称】 発光素子およびその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 電流拡散性が良好で、素子の p n 接合部を効率よく発光に寄与させ得る発光素子、および該発光素子を簡便に製造できる方法の提供。

【構成】 p 型 Ga N 結晶層 4 の面 4 a 上の一方端縁 4 b 近傍には、直線状の p 型電極 9 が形成されている。また、n 型 Ga N 結晶層 3 の面 3 a 上の他方端縁 3 e 近傍には、p 型電極 9 に略平行な直線状の n 型電極 11 が形成されている。

【効果】 LED 1 の p 型電極 9 および n 型電極 11 に電圧が負荷されると、p 型電極 9 から n 型電極 11 に通電する。このとき、p 型電極 9 および n 型電極 11 がともに直線状であり、相互に対向する両端縁 4 b、3 e 近傍にそれぞれ略平行に形成されているので、電流 8 の拡散性が向上し、発光に寄与する p n 接合 7 の界面の大半を電流 8 が通過することになり、発光輝度が向上する。



1: LED	4 b, 4 c, 4 d, 4 e: 端縁
2: サファイア基板	7: p n 接合
3: n 型 Ga N 結晶層	8: 電流
3 a: 面	9: p 型電極
3 c, 3 d, 3 e: 端縁	10: ボンディングパッド部
4: p 型 Ga N 結晶層	11: n 型電極 (線状)
4 a: 面	12: ボンディングパッド部

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 絶縁性基板の一方面上に二種以上の半導体層が積層され、該半導体層上に形成された正負両電極のうち少なくとも一方の電極が線状であることを特徴とする発光素子。

【請求項2】 正負両電極のうち一方の電極が一の半導体層上の一方端縁またはその近傍に形成され、他方の電極が他の半導体層上の該端縁に対向する他方端縁またはその近傍に形成されていることを特徴とする請求項1記載の発光素子。

【請求項3】 正負両電極がともに線状であることを特徴とする請求項1記載の発光素子。

【請求項4】 正負両電極が相互に略平行であることを特徴とする請求項3記載の発光素子。

【請求項5】 絶縁性基板の一方面上に積層された二種以上の半導体層上の相互に略平行な二本の切断線に挟まれた領域内に、正負両電極のうち少なくとも一方を該切断線に略平行な線状に形成する工程を含むことを特徴とする発光素子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、発光素子およびその製造方法に関し、詳しくは、絶縁性基板上に二種以上の半導体化合物層が積層された発光ダイオードなどの発光素子およびその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】例えばGaN, AlN, InN, BNまたはこれらの混晶などのIII-V族の窒素系化合物の発光素子では、例えばサファイア基板などの絶縁性基板の一方面上に発光構造の半導体層が積層されているので、電極を該基板の他方面上に形成することができず、該半導体層上に正負両電極を形成している。

【0003】このような絶縁性基板を有する発光素子の一例であるGaN単結晶を用いた青色発光ダイオード(LED)を図7に示す。図7(A)および(B)は、それぞれ青色LEDの構造を模式的に示す平面図および断面図である。図7に示されるLED71は、サファイア基板2の一方面上にn型GaN結晶層3とp型GaN結晶層4とが順次積層され、n型GaN結晶層3上およびp型GaN結晶層4上に、n側電極5とp側電極6とがそれぞれ形成されている。しかして、サファイア基板2が絶縁性であるために、n側電極5とp側電極6とを相互に対向させて設けることができず、両電極5, 6の面がともにサファイア基板2に対向する構造となっている。

【0004】通常、両電極4, 5の形状はドット状であるが、その理由として以下の①、②の理由が挙げられる。

【0005】① 下層のn型GaN結晶層3上に形成されるn側電極5は、上層のp型GaN結晶層4をエッチ

ングしてn型GaN結晶層3の一部を露出させ、該露出面3a上に形成されるので、上層のp型GaN結晶層4の面積を可及的に広くして輝度を上げるために、n側電極5と該露出面3aとの接触面積を最小限に抑える必要がある。

【0006】② 電極の形状を複雑にすると、その形成が困難となり、歩留りが低下し、結果的にコスト高になる。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】図7のLED71における発光部(以下「pn接合部」ともいう。)7は、図7(A)の斜線部に示される領域Sであり、LED71の面積の大半を占めている。しかし、上記のドット状の電極3, 4では電流の拡散性が低く、実際に発光に寄与するpn接合部は、図7の矢印で示される電流8が通過する領域とその近傍のみであるから、全体のpn接合部7の極一部であり、高輝度を得ることはできない。

【0008】本発明の目的は、上記問題を解決し、電流拡散性が良好で、素子のpn接合部を効率よく発光に寄与させ得る発光素子、および該発光素子を簡便に得ることができる製造方法を提供することにある。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、上記目的を達成するために鋭意検討した結果、正負両電極のうち少なくとも一方を線状にすることによって、電流拡散性が良好となり、素子のpn接合部を効率よく発光に寄与させ得ること、および該線状電極が簡便に形成され得ることを見出し、本発明を完成するに至った。

【0010】すなわち、本発明の発光素子は、絶縁性基板の一方面上に二種以上の半導体層が積層され、該半導体層上に形成された正負両電極のうち少なくとも一方の電極が線状であることを特徴とする。

【0011】また、本発明の発光素子において、正負両電極のうち一方の電極が一の半導体層上の一方端縁またはその近傍に形成され、他方の電極が他の半導体層上の該端縁に対向する他方端縁またはその近傍に形成されていることを特徴とする。

【0012】さらに、本発明の発光素子において、正負両電極がともに線状であることを特徴とする。

【0013】さらにまた、本発明の発光素子において、正負両電極が相互に略平行であることを特徴とする。

【0014】本発明の製造方法は、絶縁性基板の一方面上に積層された二種以上の半導体層上の相互に略平行な二本の切断線に挟まれた領域内に、正負両電極のうち少なくとも一方を該切断線に略平行な線状に形成する工程を含むことを特徴とする。

【0015】なお、本発明において「略」とは、実質的という意味であり、幾何学的に完全な場合も包含される。

## 【0016】

【作用】本発明の発光素子によれば、半導体層上に形成された正負両電極のうち少なくとも一方が線状であるので、一方の電極から他方の電極への電流の拡散性が向上し、素子のpn接合部を効率よく発光させることができる。

【0017】また、本発明の製造方法によれば、正負両電極のうち少なくとも一方を線状に形成するので、その形成が簡便であり、歩留りの低下を抑え、コストの削減が図られる。

【0018】

【実施例】以下、本発明を詳細に説明するため実施例を挙げるが、本発明はこれら実施例によって何ら限定されるものではない。

【0019】図1(A)および(B)は、本発明の発光素子の第1の実施例である青色LEDの構造を模式的に示す平面図および断面図である。図1に示される青色のLED1は、絶縁性基板であるサファイア基板2上に、半導体層であるn型GaN結晶層3とp型GaN結晶層4とが順次積層されて構成され、n型GaN結晶層3とp型GaN結晶層4との境界面にはpn接合7が形成されている。

【0020】p型GaN結晶層4の面4a上の一方端縁4b近傍には、該端縁4bに対して略平行な直線状のp型電極9が、該端縁4bに対して略直交し、相互に対向する両端縁4c、4d間を連続して形成されている。また、p型電極9の長手方向の略中央部には、ワイヤを接続するための円形状のボンディングパッド部10が形成されている。

【0021】該端縁4bに対向するp型GaN結晶層4の面4a上の端縁4eは、該端縁4bに対向するn型GaN結晶層3の面3a上の他方端縁3eよりも内方向に形成されているので、両端縁3e、4e間には段差部分が形成され、n型GaN結晶層3の一部が露出している。n型GaN結晶層3の面3a上の該端縁3e近傍には、該p型電極9と同様に、該端縁3eに対して略平行な直線状のn型電極11が、該端縁3eに対して略直交し、相互に対向する両端縁3c、3d間を連続して形成されている。また、n型電極11の長手方向の略中央部には、p型電極9と同様に、円形状のボンディングパッド部12が形成されている。

【0022】p型電極9およびn型電極11の幅としては特に限定はないが、通常は線幅1~100 $\mu$ m、好ましくは5~50 $\mu$ mである。

【0023】円形状のボンディングパッド部10、12の大きさについても特に限定はないが、通常は直径10~200 $\mu$ m、好ましくは50~150 $\mu$ mである。

【0024】図1に示されるLED1のp型電極9およびn型電極11に電圧が負荷されると、p型電極9からn型電極11に通電する。このとき、p型電極9およびn型電極11がともに直線状であり、相互に対向する両

端縁4b、3e近傍にそれぞれ略平行に形成されているので、電流8の拡散性が向上し、発光に寄与するpn接合7の界面の大半を電流8が通過することになり、発光輝度が向上する。

【0025】本発明の発光素子においては、素子のpn接合部の可及的に広範な領域に電流を拡散させるべく、正負両電極を可及的に離反させることが好ましい。具体的には、正負両電極をそれぞれ素子の両端縁に形成することが望ましい。

【0026】以下に本発明の発光素子の他の実施例を示す。なお、以下の実施例において、図1と同一の参照符号が付された部分は、同一または相当する部分を示す。

【0027】図2は、本発明の発光素子の第2の実施例である青色LEDの構造を模式的に示す平面図である。図2に示されるLED21が図1に示されるLED1と相違する点は、直線状のp型電極9がp型GaN結晶層4の面4a上の端縁4eに形成され、直線状のn型電極11がn型GaN結晶層3の面3a上の端縁3eに形成されており、各電極9、11の長手方向の略中央部に、半円形状のボンディングパッド部13、14がそれぞれ形成されている点である。

【0028】また、図3は、本発明の発光素子の第3の実施例である青色LEDの構造を模式的に示す平面図であり、図3に示されるLED31が図2に示されるLED21と相違する点は、各電極9、11の相互に対向する長手方向至端部に、半円形状のボンディングパッド部13、14がそれぞれ形成されている点である。

【0029】図2および図3に示されるように、正負両電極間の距離を可及的に長くすることによって、電流8が通過するpn接合の界面が拡大して、発光輝度が向上する。また、本発明の発光素子においては、ボンディングパッド部10、12、13、14の形状および形成される位置に特に限定はなく、ワイヤボンディングに適当な形状および位置にて形成することができる。

【0030】図4は、本発明の発光素子の第4の実施例である青色LEDの構造を模式的に示す平面図である。図4に示されるLED41において注目すべきは、両電極のうち一方が直線状で、他方が従来の電極と同様のドット状である点である。すなわち、図4において、直線状のp型電極9がp型GaN結晶層4の面4a上の端縁4bに形成され、該p型電極9の長手方向の略中央部に、半円形状のボンディングパッド部13が形成されている。p型GaN結晶層4の面4a上の端縁4bに対向する端縁4eの略中央部には、該端縁4e側が開放された直方体状の溝14が穿孔されて、n型GaN結晶層3が露出しており、その面3a上にドット状のn型電極5が形成されている。

【0031】図4に示されるように、正負両電極のうち少なくとも一方の電極が直線状であれば、電流8の拡散性が向上して発光輝度が向上する。

【0032】図5は、本発明の発光素子の第5の実施例である青色LEDの構造を模式的に示す平面図である。図5に示されるLED51において注目すべきは、両電極のうち一方がL字状で、他方が従来の電極と同様のドット状である点である。すなわち、図5において、p型GaN結晶層4の面4a上の相互に略直交する両端縁4b、4cにL字状のp型電極15が形成されている。該両端縁4b、4cにそれぞれ対向する両端縁4d、4eがなす略直角の隅部、すなわちL字状のp型電極15の隅部に対して対角の位置に、該両端縁4b、4c側が開放された直方体状の溝14が穿孔されて、n型GaN結晶層3が露出しており、その面3a上にドット状のn型電極5が形成されている。

【0033】このように、本発明における線状の電極は、図1～4に示されるような直線状に限らず、L字状などの曲線状であってもよく、電流8の拡散性が向上して発光輝度が向上する。但し、あまりに複雑な形状とすると、製造が困難となり、コスト高になるので望ましくない。

【0034】本発明の発光素子は、基板側の面を実装面に当接させ、電極が形成された面側から光を取り出してもよいし、あるいは電極形成面を実装面に当接させ、基板側の面から光を取り出してもよい。なお、電極形成面を実装面に当接させる場合には、ワイヤーボンドが不用となることがあるので、ボンディングパッド部は不用となり、電極は全くのライン状となる。

【0035】以下、図1に示された第1実施例の青色LED1の製造工程を図面に基づいて説明する。図6は、LED1の製造工程を示す平面図である。

【0036】まず、サファイア基板2上に、発光部となる多層構造、すなわちn型GaN結晶層3とp型GaN結晶層4とが順次積層された多層構造体17を用意する。サファイア基板2上への両結晶層3、4の形成方法としては、MOVPE法(Metal Organic Vapor Phase Epitaxy:有機金属気相エピタキシャル成長法)、HVPE法(Halide Vapor Phase Epitaxy:ハライド気相エピタキシャル成長法)、LPE法(液相エピタキシャル成長法)、MBE法(Molecular Beam Epitaxy:分子線エピタキシャル成長法)、GS-MBE法(ガスソースMBE法)、CBE法(ケミカルビームエピタキシャル成長法)などが例示される。

【0037】これらの成長プロセスの中でも、目的の単結晶に対し良質な厚膜が必要である場合は、HVPE法が好ましい方法であり、良質な薄膜または薄膜多層構造が必要な場合はMOVPE法、MBE法、CBE法が好ましい方法である。

【0038】次に、図6(A)に示されるように、一定間隔をおいて帯状にp型GaN結晶層4を厚さ方向にエッチングして、p型GaN結晶層4の面4a上に、n型GaN結晶層3の面の一部3aが底面で露出する複数の

帯状溝17を穿孔する。

【0039】該帯状溝17の穿孔方法としては、RIE(Reactive Ion Etching)、プラズマ加工、フォトリソグラフィ加工、またはレジストなどを用いた化学エッチング、ファインピッチ化に対応するためには微細加工が可能なレーザー加工などの方法が挙げられる。

【0040】該帯状溝17を穿孔した後、図6(B)に示されるように、該帯状溝17の近傍に、該帯状溝17に略平行な直線状のp型電極9を形成するとともに、該p型電極9の長手方向に複数の円形状のボンディングパッド部10を一定間隔毎に形成する。該p型電極9およびボンディングパッド部10は、メタルマスクまたはフォトリソグラフィを用いて導電性材料を蒸着することによって形成される。

【0041】導電性材料としては、導電性を有するものであれば特に限定されず、公知の金属材料が使用できるが、例えば金、銀、銅、白金、鉛、錫、アルミニウム、ニッケル、コバルト、インジウム、ロジウム、クロム、タングステン、ルテニウムなどの単独金属、またはこれらを成分とする各種合金、例えば、半田、ニッケル-錫、金-コバルトなどの導電性材料が挙げられる。

【0042】次に、図6(C)に示されるように、該帯状溝17の底面、すなわちn型GaN結晶層3の露出面3a上に、上記と同様にして、n型電極11およびボンディングパッド部12を形成する。

【0043】最後に、該帯状溝17の端縁のうちp型電極9に近い方の端縁(図6においては下側)をスクライプ線(切断線)L1とし、ダイシングソーなどの切断手段を用いて、スクライプ線L1に沿って多層構造体17を切断する。また、両電極9、11に対して直交し、各電極9、11の長手方向のボンディングパッド部10、12間の略中央の位置を通過するスクライプ線L2に沿って多層構造体17を切断する。このように、両スクライプ線L1、L2に囲まれた領域がLED1の一素子となり、ダイシングにより複数のLED1が得られる。

【0044】なお、図6においては、帯状溝17を穿孔した後に、p型電極9およびボンディングパッド部10を形成しているが、p型電極9およびボンディングパッド部10を形成した後に、帯状溝17を穿孔してもよい。また、図2～図5に示される他の実施例のLED21、31、41、51についても上記の製造工程に準じて製造することができる。

【0045】

【発明の効果】本発明の発光素子によれば、一方の電極から他方の電極への電流の拡散性が向上し、素子のpn接合部を効率よく発光させることができる。

【0046】また、本発明の発光素子において、正負両電極を両端縁に形成する態様、正負両電極がともに線状である態様、および正負両電極が相互に略平行である態様は、発光に寄与するpn接合の界面を通過する電流が

増大することになり、発光輝度が向上する。

【0047】さらに、本発明の製造方法によれば、正負両電極のうち少なくとも一方を線状に形成するので、その形成が簡便であり、歩留りの低下を抑え、コストの削減が図られる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の発光素子の第1の実施例である青色LEDの構造を模式的に示す平面図(A)および断面図(B)である。

【図2】本発明の発光素子の第2の実施例である青色LEDの構造を模式的に示す平面図である。

【図3】本発明の発光素子の第3の実施例である青色LEDの構造を模式的に示す平面図である。

【図4】本発明の発光素子の第4の実施例である青色LEDの構造を模式的に示す平面図である。

【図5】本発明の発光素子の第5の実施例である青色LEDの構造を模式的に示す平面図である。

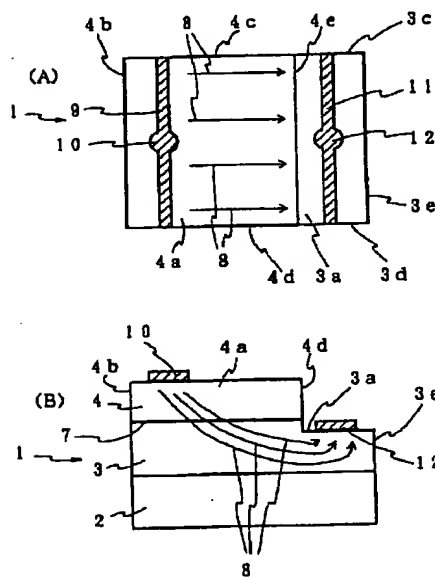
【図6】第1実施例の青色LED1の製造工程を示す平面図である。

【図7】従来の青色LEDの構造を模式的に示す平面図(A)および断面図(B)である。

#### 【符号の説明】

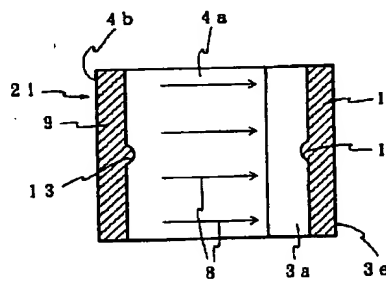
1, 21, 31, 41, 51	LED (発光素子)
2	サファイア基板 (絶縁性基板)
3	n型GaN結晶層 (半導体層)
3e	他方端縁
4	p型GaN結晶層 (半導体層)
4b	一方端縁
9	p型電極 (線状)
11	n型電極 (線状)
L1	スクライプ線 (切断線)

【図1】

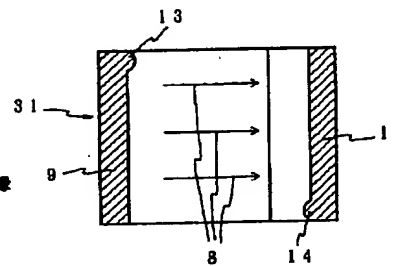


- 1: LED  
2: サファイア基板  
3: n型GaN結晶層  
3a: 面  
3c, 3d, 3e: 端縁  
4: p型GaN結晶層  
4a: 面  
4b, 4c, 4d, 4e: 端縁  
7: pn接合  
8: 電流  
9: p型電極  
10: ボンディングパッド部  
11: n型電極 (線状)  
12: ボンディングパッド部

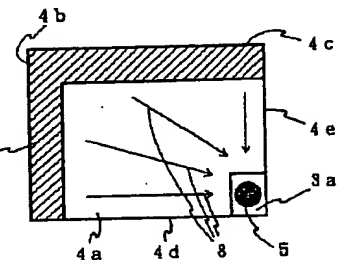
【図2】



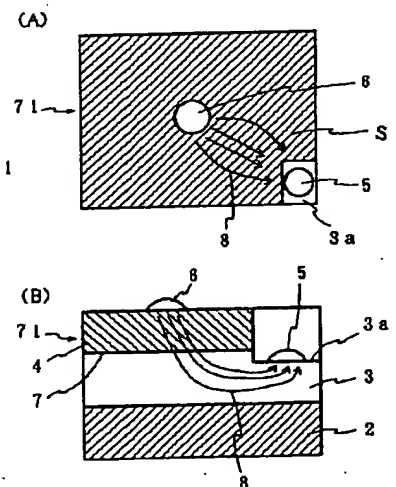
【図3】



【図5】

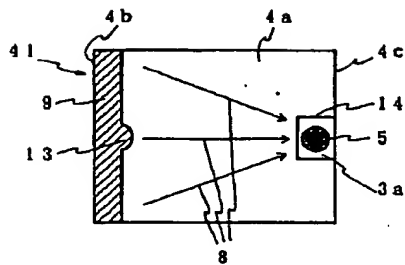


【図7】





【圖 4】



【圖 6】

